

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-221914

(43)Date of publication of application : 17.08.2001

(51)Int.Cl.

G02B 5/28

H01S 3/08

(21)Application number : 2000-033314

(71)Applicant : FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE

(22)Date of filing : 10.02.2000

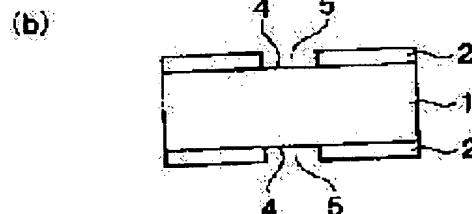
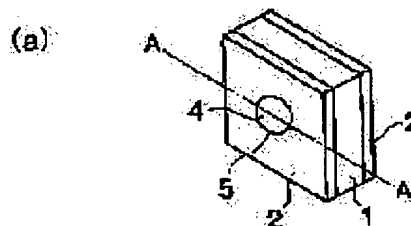
(72)Inventor : NISHI YASUHIRO
MIZUNO KAZUYASU

(54) ETALON FILTER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an etalon filter suitable as an optical device in which fluctuation in the transmission characteristics for light depending on temperature is decreased.

SOLUTION: In the etalon filter 1 produced by forming a reflection film on both of the faces in the entrance side for the light and in the exit side for the light of a light transmitting medium, a member 2 having a different coefficient of linear expansion from that of the light-transmitting medium is formed in the region on both faces of the filter 1 except for the optical path region 4. The member having a different coefficient of thermal expansion acts as a stress applying means to apply the stress generated by the difference in the coefficient of linear expansion from the light-transmitting medium when the environmental temperature changes on the light-transmitting medium. Fluctuation in the transmission characteristics for light of the optical path region 4 depending on the temperature is decreased by the aforementioned stress.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-221914
(P2001-221914A)

(43) 公開日 平成13年 8月17日 (2001.8.17)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	ターム(参考)
G 0 2 B 5/28		G 0 2 B 5/28	2 H 0 4 8
H 0 1 S 3/08		H 0 1 S 3/08	5 F 0 7 2

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2000-33314(P2000-33314)

(22) 出願日 平成12年 2月10日 (2000.2.10)

(71) 出願人 000005290

古河電気工業株式会社

東京都千代田区丸の内 2丁目 6番 1号

(72) 発明者 西 泰宏

東京都千代田区丸の内 2丁目 6番 1号 古

河電気工業株式会社内

(72) 発明者 水野 一庸

東京都千代田区丸の内 2丁目 6番 1号 古

河電気工業株式会社内

(74) 代理人 100093894

弁理士 五十嵐 清

Fターム(参考) 2H048 GA04 GA13 GA62

5F072 FF09 KK08 YY17 YY20

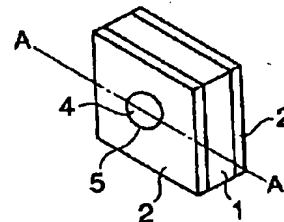
(54) 【発明の名称】 エタロンフィルタ

(57) 【要約】

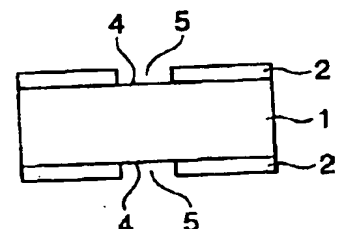
【課題】 温度に依存する光透過特性変動を低減し、光学素子として好適なエタロンフィルタを提供する。

【解決手段】 光透過媒質の光入射側と光出射側の両面に反射膜を設けて形成されるエタロンフィルタ 1 の両面の光路領域 4 を除く領域に、前記光透過媒質と線膨張係数が異なる異線膨張係数部材 2 を設ける。異線膨張係数部材 2 は環境温度変動時に前記光透過媒質との線膨張係数の違いによって生じる応力を前記光透過媒質に加える応力印加手段と成し、前記応力によって前記光路領域 4 の温度に依存する光透過特性変動を低減する。

(a)



(b)



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光透過媒質の光入射側と光出射側の両面に反射膜を設けて形成されるエタロンフィルタにおいて、該エタロンフィルタの両面の光路領域を除く領域に前記光透過媒質と線膨張係数が異なる異線膨張係数部材が設けられており、該異線膨張係数部材は環境温度変動時に前記光透過媒質との線膨張係数の違いによって生じる応力を前記光透過媒質に加える応力印加手段と成していることを特徴とするエタロンフィルタ。

【請求項2】 異線膨張係数部材は環境温度変動時に光透過媒質に加える応力によって光路領域の温度に依存する光透過特性変動を低減する光透過特性変動低減手段と成していることを特徴とする請求項1記載のエタロンフィルタ。

【請求項3】 光路領域には異線膨張係数部材をエタロンフィルタの面に貼り付けるための接着剤が設けられていないことを特徴とする請求項1又は請求項2記載のエタロンフィルタ。

【請求項4】 異線膨張係数部材はガラス板としたことを特徴とする請求項1又は請求項2又は請求項3記載のエタロンフィルタ。

【請求項5】 異線膨張係数部材は金属板としたことを特徴とする請求項1又は請求項2記載又は請求項3のエタロンフィルタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光通信分野において光信号の増幅利得等価器や光共振器、波長選択透過フィルタ等の光学素子として適用されるエタロンフィルタに関するものである。

【0002】

【従来の技術】エタロンフィルタは、光透過媒質を有し、この光透過媒質の光入射面側と光出射面側の両面に反射膜を形成してなるフィルタであり、光通信分野において、様々なエタロンフィルタが光学素子として適用されている。

【0003】例えば、光透過媒質として石英基板を用い、この石英基板の両面に誘電体多層膜や金属膜から成る反射面を形成したエタロンフィルタが、光増幅器の利得偏差を補償する利得等価器（ゲインイコライザー）として用いられている。また、誘電体多層膜等の光透過媒質の両面に反射面を成膜したエタロンフィルタが、半導体レーザーモジュールにおけるファブリペロー光共振器や波長選択透過フィルタとして用いられている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、エタロンフィルタを形成している光透過媒質は、屈折率温度依存性や線膨張係数に応じた厚みの温度依存性に伴って光路長が変化し、それに伴い、エタロンフィルタはFSR（フリースペクトラルレンジ）が温度に依存して変動す

る。そのため、例えばエタロンフィルタを利得等価器として設けた光増幅器は、使用環境温度変化によって利得平坦性が低下してしまうといった問題があった。

【0005】また、同様に、エタロンフィルタにより形成したファブリペロー光共振器においては、動作環境温度変化や半導体レーザーの動作時の発熱が生じると、光共振特性が変動してしまうといった問題が生じ、エタロンフィルタにより形成した波長選択透過フィルタにおいても、使用環境温度変化によってその波長特性が変動してしまうといった問題が生じた。

【0006】本発明は、上記従来の課題を解決するためになされたものであり、その目的は、温度変動に伴う光学特性変動が抑制可能で光学素子として好適なエタロンフィルタを提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は次のような構成をもって課題を解決するための手段としている。すなわち、第1の発明は、光透過媒質の光入射側と光出射側の両面に反射膜を設けて形成されるエタロンフィルタにおいて、該エタロンフィルタの両面の光路領域を除く領域に前記光透過媒質と線膨張係数が異なる異線膨張係数部材が設けられており、該異線膨張係数部材は環境温度変動時に前記光透過媒質との線膨張係数の違いによって生じる応力を前記光透過媒質に加える応力印加手段と成している構成をもって課題を解決する手段としている。

【0008】また、第2の発明は、上記第1の発明の構成に加え、前記異線膨張係数部材は環境温度変動時に光透過媒質に加える応力によって光路領域の温度に依存する光透過特性変動を低減する光透過特性変動低減手段と成している構成をもって課題を解決する手段としている。

【0009】さらに、第3の発明は、上記第1又は第2の発明の構成に加え、前記光路領域には異線膨張係数部材をエタロンフィルタの面に貼り付けるための接着剤が設けられていない構成をもって課題を解決する手段としている。

【0010】さらに、第4の発明は、上記第1又は第2又は第3の発明の構成に加え、前記異線膨張係数部材はガラス板とした構成をもって課題を解決する手段としている。

【0011】さらに、第4の発明は、上記第1又は第2又は第3の発明の構成に加え、前記異線膨張係数部材は金属板とした構成をもって課題を解決する手段としている。

【0012】上記構成の本発明において、エタロンフィルタの両面には光路領域を除く領域に、エタロンフィルタを構成する光透過媒質と線膨張係数が異なる異線膨張係数部材が設けられており、環境温度変動時に前記光透過媒質との線膨張係数の違いによって生じる応力が、異

3

線膨張係数部材から前記光透過媒質に加えられる。

【0013】例えば、異線膨張係数部材を光透過媒質よりも線膨張係数が大きい部材とした場合、環境温度が上昇すると、異線膨張係数部材が光透過媒質よりも大きく膨張することにより、異線膨張係数部材と光透過媒質との界面に応力が生じ、光透過媒質の厚みが薄くなる方向に、異線膨張係数部材から光透過媒質に応力（引張り応力）が加えられる。また、その逆に、異線膨張係数部材を光透過媒質よりも線膨張係数が小さい部材とした場合、環境温度が上昇すると、光透過媒質の厚みが厚くなる方向に、異線膨張係数部材から光透過媒質に応力（圧縮応力）が加えられる。

【0014】そして、本発明においては、この応力を加える方向や応力の大きさを適切にすることにより、環境温度変動時に光透過媒質に加える応力によって前記光路領域の温度に依存する光透過特性変動を低減することが可能となり、エタロンフィルタは、温度変動に伴う光学特性変動が抑制可能で光学素子として好適なエタロンフィルタとなる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。図1には、本発明に係るエタロンフィルタの一実施形態例が示されている。なお、同図の(a)にはその斜視図が、同図の(b)にはそのA-A断面図がそれぞれ示されている。

【0016】本実施形態例の特徴的なことは、エタロンフィルタ1の両面の光路領域4を除く領域に、エタロンフィルタ1を構成する光透過媒質と線膨張係数が異なる*

$$\Delta d = d [\alpha_1 \Delta T - \sigma_0 (\alpha_2 - \alpha_1) \Delta T] \cdots \cdots (1)$$

【0021】 $\Delta n = n_T \Delta T \cdots \cdots (2)$

【0022】ただし、(1)において、 $\sigma_0 = 2\sigma / (1 - \sigma)$ である。

【0023】また、光がフィルタに対して垂直に入射する場合、温度が ΔT だけ変化したときの光路長変化分を ΔL とすると、この大きさは式(3)により表わされる。

【0024】

$$\Delta L = d \Delta n + n \Delta d + \Delta n \Delta d \cdots \cdots (3)$$

【0025】この ΔL が小さくなるほど温度変動に対する光路長変動が小さいことになり、光学特性の温度依存性が小さいことになる。そして、式(3)において、 $d > 0$ 、 $n > 0$ で、 $\Delta n \Delta d$ は十分小さいので、式(3)から、 Δn が正の場合は Δd が負になるようにし、その逆に、 Δn が負の場合は Δd が正になるようにすれば、上記光学特性の温度依存性を低減できることが分かる。

【0026】すなわち、本実施形態例においては、光透過媒質が石英基板により形成されており、石英の屈折率の温度依存性 Δn は $1.1 \cdot 6 \times 10^{-6}$ で、正の値であるから、 Δd が負になるように、石英よりも線膨張係数が大きいステンレス板の異線膨張係数部材2を、光透過

4

*異線膨張係数部材2を設け、異線膨張係数部材2を、環境温度変動時に光透過媒質との線膨張係数の違いによって生じる応力を光透過媒質に加える応力印加手段と成したことである。また、異線膨張係数部材2は、この応力によって前記光路領域4の温度に依存する光透過特性変動を低減する光透過特性変動低減手段と成している。

【0017】具体的には、エタロンフィルタ1の光透過媒質は石英基板により形成しており、石英の線膨張係数は $5 \cdot 5 \times 10^{-7} K^{-1}$ である。また、異線膨張係数部材2は、ステンレス板により形成しており、その線膨張係数は $1 \cdot 47 \times 10^{-6} K^{-1}$ である。

【0018】また、異線膨張係数部材2には、エタロンフィルタ1の光路領域4に光路領域穴5を設けており、本実施形態例では、この形状の異線膨張係数部材2を21℃で接着剤によりエタロンフィルタ1に貼り合わせている。そして、上記構成によって、光路領域4には前記接着剤を設けていないことも本実施形態例の特徴としている。

【0019】本実施形態例は以上のように構成されており、以下、本実施形態例における異線膨張係数部材2の作用について説明する。ここで、エタロンフィルタの光透過媒質の線膨張係数を α_1 、異線膨張係数部材2の線膨張係数を α_2 とし、光透過媒質の厚みを d 、屈折率を n 、屈折率の温度係数を n_T 、ポアソン比を σ 、温度変化量を ΔT とすると、光透過媒質の厚さの変化分 Δd と屈折率の変化分 Δn は、それぞれ以下の式(1)、(2)により表わすことができる。

【0020】

30 媒質の光入射面と光出射面の光路領域4を除く領域に設けている。そして、例えば温度上昇に伴い、異線膨張係数部材2が石英基板の光透過媒質よりも大きく膨張することにより、光透過媒質の厚みが薄くなる方向に、異線膨張係数部材2が光透過媒質に応力（引張り応力）を加える。

【0027】そうすると、この作用が、異線膨張係数部材2を設けていない光路領域4にも及び、その結果、異線膨張係数部材2を設けない従来のエタロンフィルタ1においては、例えば温度上昇に伴い、光透過媒質の屈折率と厚みが共に大きくなる方向に変化していたのに比べ、本実施形態例では、異線膨張係数部材2の作用によって、温度に伴う光透過媒質の厚みを減少させることから、温度変動に伴う光透過媒質の光路領域4の光路長増加が抑制され、エタロンフィルタの温度変化に伴う光学特性変動（透過率変動）が抑制される。

【0028】また、温度下降時は逆に、異線膨張係数部材2が石英基板の光透過媒質よりも大きく収縮することにより、光透過媒質の厚みが厚くなる方向に、異線膨張係数部材2が光透過媒質に応力（圧縮応力）を加える。

50 その結果、従来のエタロンフィルタ1においては、温度

下降に伴い、光透過媒質の屈折率と厚みが共に小さくなる方向に変化していたのに比べ、本実施形態例では、異線膨張係数部材2の作用によって、温度に伴う光透過媒質の厚みを増加させることから、上記と同様に、エタロンフィルタの温度変化に伴う光学特性変動（透過率変動）が抑制される。

【0029】実際に、 $-40^{\circ}\text{C}\sim 85^{\circ}\text{C}$ の温度範囲内で本実施形態例のエタロンフィルタの透過率プロファイル測定し、その1つのピークの位置（透過波長ピーク位置）が温度に依存してどのように変動するかを求めた結果が図2の（a）に示されており、同図の（b）には、異線膨張係数部材2を設けていない従来のエタロンフィルタについて、上記と同様に、透過波長ピーク位置の温度に依存した変動状況を求めた結果が示されている。

【0030】これらの図から明らかなように、上記温度範囲内での透過波長ピーク位置変動の最大値が、従来のエタロンフィルタにおいては1.24nmだったものが、本実施形態例のエタロンフィルタにおいては0.48nmとなり、本実施形態例のエタロンフィルタは、上記ピーク位置変動幅が従来のエタロンフィルタの約40%となつて、温度変化に伴う光学特性変動が大幅に改善された。

【0031】本実施形態例によれば、以上のように、エタロンフィルタ1を形成する光透過媒質の光路領域4の光路長の屈折率温度依存性に伴う変化を、異線膨張係数部材2の作用に応じた厚みの温度依存性に伴う変化によって低減することができるので、温度変化に伴うエタロンフィルタの光学特性変動を格段に抑制することができる。

【0032】また、本実施形態例によれば、光路領域4に接着剤が設けられていないため、接着剤による光学特性の変動を考慮する必要がなく、光学部品としての信頼性の向上を図ることができる。

【0033】したがって、本実施形態例のエタロンフィルタを用いて光増幅器のゲインイコライザーを形成すれば、使用環境温度が変化しても利得平坦性を保つことができる光増幅器を構成することができ、光増幅器の利得温度依存性を低減することができる。

【0034】また、本実施形態例のエタロンフィルタによりファブリペロー光共振器を形成すれば、動作環境温度変化や半導体レーザの動作時の発熱が生じて、光共振特性の変動が少ない優れた光共振器を構成することができるし、本実施形態例のエタロンフィルタにより波長選択透過フィルタを形成すれば、その使用環境温度が変化しても波長特性の変動が小さい優れた波長選択透過フィルタを構成することができる。

【0035】なお、本発明は上記実施形態例に限定されることはなく、様々な実施の態様を採り得る。例えば上記実施形態例では、異線膨張係数部材2はステンレス板により形成したが、異線膨張係数部材2の材質は特に限

定されるものでなく適宜設定されるものであり、例えばエタロンフィルタの光透過媒質を石英とした場合に、ステンレス以外の金属板としてもよい。

【0036】また、異線膨張係数部材2は、エタロンフィルタを構成する光透過媒質の屈折率温度係数に対応させて適宜形成されるものであり、金属以外のガラス板などにより異線膨張係数部材を形成してもよい。すなわち、異線膨張係数部材2は、例えば光透過媒質の屈折率温度係数が石英のように正の場合は、光透過媒質よりも線膨張係数が大きい材質とし、光透過媒質の屈折率温度係数が水晶（ $\Delta n = -6 \times 10^{-5}$ ）のように負の場合は、光透過媒質よりも線膨張係数が小さい材質とすることにより、本発明の効果を的確に発揮することができる。

【0037】

【発明の効果】本発明によれば、エタロンフィルタの両面の光路領域を除く領域に、エタロンフィルタを構成する光透過媒質と線膨張係数が異なる異線膨張係数部材を設け、異線膨張係数部材は、環境温度変動時に前記光透過媒質との線膨張係数の違いによって生じる応力を異線膨張係数部材から前記光透過媒質に加える応力印加手段としたものであるから、前記応力を加える方向や応力の大きさを適切にすることにより、環境温度変動時に異線膨張係数部材から光透過媒質に加える応力によって前記光路領域の温度に依存する光透過特性変動を低減することができる。

【0038】その結果、本発明によれば、温度変動に伴う特性変動が抑制可能で光学素子として好適なエタロンフィルタとすることができる。

【0039】また、本発明によれば、光路領域に接着剤を設けないことによって、接着剤による光学特性の変動を考慮する必要をなくし、光学部品としての信頼性の向上を図ることができる。

【0040】さらに、異線膨張係数部材をガラス板や金属板により構成することによって、本発明のエタロンフィルタを非常に容易に作製でき、しかも、異線膨張係数部材による上記エタロンフィルタの光透過特性低減効果を的確に発揮させることができる。

【図面の簡単な説明】

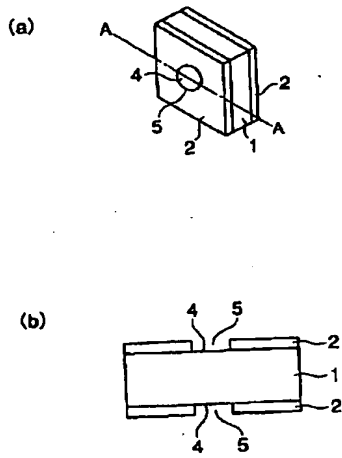
【図1】本発明に係るエタロンフィルタの一実施形態例を、斜視図（a）と断面図（b）により示す要部構成図である。

【図2】上記実施形態例のエタロンフィルタの温度依存性（a）と従来のエタロンフィルタの温度依存性（b）を示すグラフである。

【符号の説明】

- 1 エタロンフィルタ
- 2 異線膨張係数部材
- 4 光路領域
- 5 光路領域穴

【図1】



【図2】

